

Sveučilište u Zagrebu

Filozofski fakultet

Odsjek za psihologiju

**TRENING RADNOG PAMĆENJA:**

**PROVJERA EFEKATA TRANSFERA I DUGOTRAJNOSTI TRENINGA**

Diplomski rad

Barbara Tkalčević

Mentor: Dr. sc. Andrea Vranić

Zagreb, 2013

## Sadržaj

Uvod .....	1
Radno pamćenje .....	1
Trening radnog pamćenja – <i>n</i> -unatrag zadatak.....	6
Cilj, problemi i hipoteze istraživanja.....	9
Metoda .....	10
Uzorak .....	10
Materijali .....	10
Postupak .....	12
Eksperimentalna skupina.....	13
Aktivna kontrolna skupina.....	14
Rezultati.....	15
Mjera fluidnog rezoniranja .....	15
Mjera pažnje .....	17
Mjera prostornog pamćenja .....	19
Rasprava .....	21
Mjera fluidnog rezoniranja .....	21
Mjera pažnje .....	22
Mjera prostornog pamćenja .....	23
Ograničenja.....	25
Završno razmatranje .....	26
Zaključak .....	27
Literatura .....	28
Prilozi .....	31

Trening radnog pamćenja: provjera efekata transfera i dugotrajnosti treninga  
Working memory training: Testing the effects of transfers and longevity of training

Barbara Tkalčević

**Sažetak**

Evaluacije različitih programa kognitivnog treninga uobičajeno pokazuju značajna poboljšanja uratka na treniranim kognitivnim zadacima, uz slabija ili neznajna povećanja na nepovezanim kognitivnim zadacima. U ovom je istraživanju korišten adaptivni trening pomoću dvostrukih *n*-unatrag zadataka (Jaeggi i sur., 2008). U dvostrukom *n*-unatrag zadatku sudionik treba pamti nizove istovremeno zadanih vidnih i slušnih podražaja. Ukoliko je trenutno prezentirani podražaj jednak onom prezentiranom *n* podražaja ranije treba reagirati pritiskom na odgovarajuću tipku, ovisno o razini zadatka. Razinu zadatka određuje uspjeh sudionika u prethodnoj seriji podražaja. U istraživanju je sudjelovalo 42 sudionika (studenata psihologije), podijeljenih u eksperimentalnu (18) i aktivnu kontrolnu (24) skupinu. Trening se sastojao od 15 sesija (oko 25 min svaka). Sudionici aktivne kontrolne skupine su u jednakom vremenskom trajanju igrali kompjuteriziranu verziju igre *Čovječe, ne ljuti se*. Istraživanjem smo željeli ispitati učinke treninga na sposobnosti različite od treniranih - fluidno rezoniranje, pažnju i prostorno pamćenje - kako bismo provjerili mogućnost transfera te ispitali dugotrajnost tih efekata. U tri točke mjerenja (predtest, posttest i praćenje nakon 6 mjeseci) primijenili smo *Test fluidnog rezoniranja* (CFT-3; Cattell, 2000), *Test pažnje i koncentracije* (d2; Brickenkamp, 1999) i *Test prostornog pamćenja* (TPP; Vranić, 2011). Utvrđen je transfer na sve tri korištene mjere neposredno po završetku treninga. Pozitivni efekt zadržao se i 6 mjeseci nakon treninga za sposobnosti fluidnog rezoniranja i prostornog pamćenja, no ne i za sposobnost pažnje.

**Ključne riječi:** *n*-unatrag, fluidno rezoniranje, pažnja, prostorno pamćenje.

**Summary**

Evaluation of various programs of cognitive training typically show significant improvements in trained cognitive tasks, with weaker or non-significant increase in non-related cognitive tasks. In this study we used the adaptive training with dual *n*-back task (Jaeggi et al., 2008). The task is to remember a series of simultaneously presented visual and auditory stimuli. Depending on the level of the tasks, respond if the currently presented stimulus is the same as the one was presented *n* stimuli earlier. Level of the task is determined by the success of the participants in the previous series of stimuli. A sample of 42 psychology students, was divided into experimental (18) and active control group (24) group. Working memory training consisted of 15 sessions (cca. 25 min). Participants in the active control group played a computerized version of the Ludo, for the same number of session and time duration. We aimed to examine the effects of training in different abilities than those trained - fluid reasoning, attention and spatial memory - to test the possibility of transfer and durability of these effects. Fluid reasoning (CFT-3; Cattell, 2000), attention and concentration (d2; Brickenkamp, 1999) and spatial memory test (TPP; Vranic 2011) were used in three measurement point (pretest, posttest and follow-up at 6 months). Immediate gain was found for all three measure used. Follow-up revealed gains in fluid reasoning and spatial memory measure, but no gain was found on the attention measure 6 months after the training.

**Keywords:** *n*-back, fluid reasoning, attention, spatial memory

## Uvod

### *Radno pamćenje*

Tradicionalni modeli pamćenja smatraju da se pamćenje sastoji od tri skladišta, odnosno osjetnog, kratkoročnog i dugoročnog pamćenja. Informacije prolaze kroz osjetno i kratkoročno pamćenje i u svakom se zadržavaju određeno vremensko razdoblje, a one informacije koje se dovoljno dugo zadrže i ponavljaju u kratkoročnom pamćenju te se na njih obrati pažnja prelaze u dugoročno pamćenje gdje ostaju trajno „uskladištene“. Istraživanja pamćenja pokazala su da samo ponavljanje informacija neće dovesti do trajnog upamćivanja ukoliko se na njih ne obrati pažnja, što je dovelo do razvoja alternativnih modela pamćenja (prema Zarevski, 1994). Craik i Lockhart (1972) su odbacili model više skladišta i predložili model dubine obrade informacija pri pamćenju koji podrazumijeva da upamćivanje informacija ovisi o tome koliko duboko su informacije analizirane i obrađene prilikom procesa kodiranja (Craik i Lockhart, 1972). Baddeley sa suradnicima (Baddeley i Hitch, 1974; prema Sternberg, 2005) počinje mnogo pažnje posvećivati radnom pamćenju te provodi revizije dotadašnjih modela pamćenja i predlaže integrativni model između modela dubine obrade informacija i modela radnog pamćenja.

Prema Baddeleyevom modelu (1992) radno pamćenje je „najzaposleniji“ dio bilo kojeg modela pamćenja i obuhvaća nekoliko komponenti od kojih je svaka zadužena za drugi aspekt obrade, od kratkog zadržavanja informacija preko usmjeravanja procesa pažnje, do povezivanja informacija iz radnog i dugoročnog pamćenja u smislenu cjelinu. Dakle, radno pamćenje se odnosi na aktivirani dio dugoročnog pamćenja koje se prenosi u kratkoročno pamćenje kako bi se informacije upotrijebile u neku svrhu (Petz, 2005). Kako se je dolazilo do novih saznanja vezanih uz funkcioniranje pamćenja i kreiranja novih modela pamćenja, radno pamćenje se počinje identificirati kao središnja komponenta kognicije (Shipstead, Redick i Engle, 2012) i „najutjecajniji teorijski konstrukt u kognitivnoj psihologiji“ (Melby-Lervåg i Hulme, 2013; str. 270). Pridaje mu se velika važnost jer sudjeluje u procesima bitnim za svakodnevno normalno funkcioniranje osobe, od učenja i pamćenja novih znanja i informacija, zadržavanja informacija određeno vrijeme ponavljanjem istih i povezivanja s već postojećim

znanjem, do usmjeravanja pažnje na bitne podražaje iz okoline uz zanemarivanje onih nebitnih.

S obzirom na važnost radnog pamćenja za svakodnevno funkcioniranje, javila se potreba za osmišljavanjem treninga koji bi omogućili bolje funkcioniranje radnog pamćenja, odnosno povećali njegov kapacitet. Kod osoba koje imaju niži kapacitet radnog pamćenja ili ga jednostavno žele još dodatno poboljšati, njegovim treniranjem i povećanjem kapaciteta posredno bi se utjecalo na kvalitetu svakodnevnog života, na smanjenje ograničavajućih faktora vezanih uz školska postignuća te također pomoglo osobama da budu usmjerene na bitne podražaje i informacije tijekom dnevnih aktivnosti.

Klingberg (2010) smatra kako moraju biti zadovoljena tri uvjeta da bi trening radnog pamćenja bio uspješan. Prvi je da trening ne poučava samo specifičnim tehnikama kako da se upamti što više informacija. Ukoliko se uče samo specifične tehnike upamćivanja što većeg broja informacija, to može povećati kapacitet radnog pamćenja samo za tu vrstu informacija, dok se neće promijeniti općenita sposobnost upamćivanja. Drugi uvjet je da program treninga mora biti usmjeren samo na zadatke radnog pamćenja. Miješanjem zadataka radnog pamćenja sa zadacima za uvježbavanje drugih sposobnosti trening postaje dugotrajan a dovodi do nižih dobiti u samoj sposobnosti radnog pamćenja. Treći uvjet se odnosi na plan provođenja treninga i vrstu zadataka. Trening bi se trebao sastojati od 20-ak sesija od kojih svaka traje između 30 i 60 minuta i prilagođava se izvedbi osobe koja trenira. Točnije, ukoliko osoba zadovolji određene kriterije uspješnosti na zadatku idući zadatak bi trebao biti teži, a ne zadovolji li se kriterij, idući zadatak bi trebao biti lakši od prethodnog. Na taj se način osoba koja trenira stalno zadržava na optimalnoj razini na kojoj se ne dosađuje jer joj zadaci nisu ni prelagani, niti preteški, pa ne dolazi do preopterećenja.

Osim prethodno navedena tri uvjeta, dobar kognitivni trening trebao bi, uz osnaživanje trenirane sposobnosti dovesti i do transfera, to jest poboljšanja na sposobnostima koje nisu izravno trenirane, ali su srodne ili povezane s treniranom sposobnosti. Transfer je bitan jer ukoliko bi se, ovisno o dizajnu treninga, uvježbavanjem samo jedne sposobnosti mogla ostvariti dobit u velikom spektru kognitivnih funkcija smanjio bi se broj različitih treninga koje bi osoba trebala proći, a i vrijeme predviđeno za trening bi

se moglo racionalnije iskoristiti. Kognitivnim treninzima mogu se ostvariti transferi na srodne sposobnosti visoko povezane s uvježbavanom (eng. *near transfer*) i transferi na sposobnosti manje povezane s uvježbavanom (eng. *far transfer*). Transfer na srodne sposobnosti se odnosi na poboljšanje izvedbe u zadacima koji zahvaćaju sposobnosti kao i zadaci unutar treninga, odnosno poboljšava se izvedba u svim zadacima koji mjere sposobnost koja se treningom uvježbavala. Transfer na sposobnosti manje povezane s uvježbavanom se odnosi na poboljšanje izvedbe u zadacima koji mjere povezane, ali ne i istu sposobnost koja je uvježbavana. Na primjer, trenirajući radno pamćenje zadatkom redanja nizova slova i brojeva kronološkim to jest abecednim redom očekivali bismo dobit i u zadatku radnog pamćenja OSPAN (Unsworth, Heitz, Schrock i Engle, 2005), što predstavlja transfer na srodnu sposobnost. Utvrdimo li trenirajući tim istim zadatkom radnog pamćenja dobit i na mjeri fluidnog rezoniranja CFT (CFT; Cattell, 2000), ustanovili bismo da trening radnog pamćenja pokazuje efekt i na sposobnosti manje povezane s uvježbavanom. Kako se radno pamćenje smatra važnom komponentom kognicije interesi istraživača su krenuli u smjeru otkrivanja koje su to vježbe i treninzi koji doprinose povećanju kapaciteta radnog pamćenja (Richmond, Morrison, Chein i Olson, 2011).

U literaturi se mogu pronaći dvije grane istraživanja. Prvi niz istraživanja provjerava može li se treninzima uopće povećati kapacitet radnog pamćenja (Carretti, Borella i De Beni, 2007), s obzirom da se do nedavno smatralo da je kapacitet radnog pamćenja u odrasloj dobi sposobnost koju nije moguće uvježbati i promijeniti. Istraživanja pokazuju da postojeći treninzi radnog pamćenja pridonose poboljšanju izvedbe, i na verbalnim, i na neverbalnim zadacima radnog pamćenja (npr. Melby-Lervåg i Hulme, 2013). Drugi niz istraživanja bavi se provjerom pozitivnih efekata treninga na kognitivne funkcije povezane s radnim pamćenjem. S obzirom da se ovim istraživanjem provjerava efekt transfera treninga radnog pamćenja u nastavku teksta baviti ćemo se samo rezultatima drugog niza istraživanja.

U istraživanjima utjecaja treninga radnog pamćenja na osnaživanje srodnih i manje srodnih sposobnosti u literaturi se nailazi na kontradiktorne nalaze. Najviše pažnje i neslaganja pridaje se utjecaju na fluidnu inteligenciju i kontrolu pažnje. Najčešće poimanje inteligencije je ono Cattellovo (1971) prema kojoj opća inteligencija sadrži

dva faktora: kristaliziranu i fluidnu inteligenciju. Točnije, kristalizirana inteligencija se odnosi na znanja, vještine i sposobnosti koje osoba razvija tijekom cijelog života te ona ne opada u starosti, dok se fluidna inteligencija odnosi na prepoznavanje i osmišljavanje kreativnih rješenja problema te ona dostiže vrhunac u ranoj odrasloj dobi, a u starosti opada. Prije se smatralo kako nakon što inteligencija tijekom individualnog razvoja dosegne određenu razinu ostaje više-manje stabilna tijekom života te da intervencije za poboljšanje inteligencije mogu rezultirati jako malim ili češće nikakvim uspjehom (Buschkuehl i Jaeggi, 2010).

Međutim, u nazad nekoliko godina raste broj istraživanja koja pokazuju da intervencije ipak mogu imati utjecaja na neke aspekte inteligencije (Buschkuehl i Jaeggi, 2010). Jaeggi, Buschkuehl, Jonides i Perrig (2008) su na uzorku mladih odraslih osoba, pokazali da trening radnog pamćenja može dovesti do poboljšanja fluidne inteligencije i to ovisno o količini treninga. Što je veći broj sesija unutar treninga, to je dobit na mjerama fluidne inteligencije bila veća. Dobit je ostvarena već nakon 12 dana treninga, računajući razliku između ostvarenih rezultata na posttestu u odnosu na pretest, od prosječno dva boda dok je nakon 19 dana treninga dobit narasla na prosječno pet bodova ostvarenih više na posttestiranju u odnosu na pretestiranje (Jaeggi, Buschkuehl, Jonides i Perrig, 2008). Slični rezultati utvrđeni su u još nekoliko istraživanja, ne samo na mladim odraslim osobama, već i na uzorku djece i uzorku starijih odraslih (npr. Shipstead, Redick i Engle, 2012; Rudebeck, Bor, Ormond, O'Reilly i Lee, 2012).

Iako postoje istraživanja koja su pokazala da treninzi radnog pamćenja mogu ostvariti transfer i poboljšati fluidnu inteligenciju, rezultate još uvijek treba uzimati s oprezom. Prvi razlog je još uvijek relativno mali broj istraživanja, a i među njima je više onih koja ne potvrđuju pozitivne učinke treninga na mjere fluidne inteligencije. Drugi problem predstavlja korištenje različitih treninga i unutar njih različitih testova kojima se mjeri fluidna inteligencija pa je takva istraživanja teško uspoređivati. Također, ne postoje replikacije istraživanja na nezavisnim uzorcima kojima bi se dodatno potvrdili nalazi. Dodatno ograničenje je što je u istraživanjima koja potvrđuju pozitivan učinak sudjelovalo puno manje sudionika nego u istraživanjima koja nisu potvrdila rezultate (Shipstead, Redick i Engle, 2012). Problem predstavlja i nepostojanje aktivne kontrolne

skupine u većini istraživanja. Dosadašnji rezultati pokazuju da su potrebna dodatna istraživanja transfera treninga radnog pamćenja na mjere fluidne inteligenciju koja bi sa sigurnošću potvrdila njihovo postojanje.

U raspravi o mogućem transferu treninga radnog pamćenja na druge sposobnosti pažnja se spominje kao najizgledniji kandidat. Usmjeravanje na određene podražaje i informacije iz okoline, a zanemarivanje ostalih, te mogućnost zadržavanja usmjerenosti na te podražaje se definira kao pažnja. Već iz same definicije može se izvući zaključak da je pažnja bitna za rješavanje zadataka radnog pamćenja - kako je njegov kapacitet ograničen, važno je iz velike količine informacija usmjeriti se samo na one bitne. Neka istraživanja pokazuju da bi radno pamćenje i kontrolirana pažnja mogli imati i iste neuralne mehanizme u podlozi te da ih je zbog toga teško razdvajati i gledati kao odvojene mehanizme (Klingberg, 2010). Međutim, istraživanja povezanosti ta dva konstrukta pokazuju da postoji slaba do umjerena korelacija među njima (Buehner, Mangels, Krumm i Ziegler, 2005; Buehner, Krumm i Pick, 2005). U meta-analizi Shipsteada, Redicka i Englea (2012) od šest analiziranih treninga radnog pamćenja, u kojima su sudionici bili mlade odrasle osobe, u pet je potvrđen transfer na sposobnost usmjeravanja pažnje.

Hoće li neki trening biti koristan za široku primjenu ili ne, uvelike ovisi o dugotrajnosti učinaka treninga. Nema smisla uvježbavati sposobnost treningom koji će je poboljšati za vrijeme samog treniranja, a u kratko vrijeme nakon samog treninga će se ona ponovno vratiti na početnu razinu. Istraživanja dugotrajnosti učinaka treninga radnog pamćenja, kao i u slučajevima efekata transfera, pokazuju različite rezultate (Shipstead, Redick i Engle, 2012). Prva zamjerka istraživanjima je što u većini istraživanja nije provedeno praćenje (eng. *follow-up*) sudionika nakon treninga. Druga zamjerka je što neki u praćenje uključuju samo eksperimentalnu, no ne i kontrolnu skupinu, pa nema usporedbe rezultata dviju skupina već se zaključci o dugotrajnosti učinaka treninga donose samo na usporedbi rezultata eksperimentalne skupine u nekoliko točaka mjerenja (Melby-Lervåg i Hulme, 2013; Shipstead, Redick i Engle, 2012).

Prema meta-analizi Melby-Lervåg i Hulmea (2013) najveći broj istraživanja koja prate obje skupine, najčešće šest do devet mjeseci nakon treninga, pokazala su da učinci treninga nisu dugotrajni. Međutim, meta-analiza istraživanja treninga radnog pamćenja



koju su sprovedi Shipstead, Redick i Engle (2012) pokazuje kako su u nekim istraživanjima ipak utvrđena dugotrajna poboljšanja za kapacitet radnog pamćenja (transfer na srodnu sposobnost visoko povezanu s uvježbavanom) i za sposobnost fluidnog rezoniranja (transfer na sposobnost manje povezanu s uvježbavanom). Najnoviji pregledi dosadašnjih istraživanja u području treninga radnog pamćenja donose kontradiktorne rezultate. Dok neki pregledi radova izvode zaključke da su treninzi radnog pamćenja vrlo obećavajući, drugi su manje optimistični i smatraju dosadašnja istraživanja manjkavima (Melby-Lervåg i Hulme, 2013). Zaključno možemo tvrditi da: 1) treninzi radnog pamćenja ostvaruju transfere na srodne sposobnosti, no treba provjeriti njihovu dugotrajnost; 2) iako je više istraživanja koja pokazuju da treninzi radnog pamćenja ne ostvaruju transfere na sposobnosti manje povezane s uvježbavanom postoje rezultati koji govore suprotno i njih ne treba zanemariti; 3) potrebna su daljnja istraživanja u cilju utvrđivanja čvrstih dokaza u prilog pozitivnih učinaka treninga.

#### *Trening radnog pamćenja – n-unatrag zadatak*

N-unatrag zadatak se koristi u svrhu treninga i poboljšanja kapaciteta radnog pamćenja te ga je moguće koristiti u bilo kojoj dobi. Zadatak je prvi predstavio Kirchner (1958) u radu koji se bavio mjerenjem izvedbe starijih i mlađih sudionika na zadatku koji je uključivao stalno i brzo mijenjanje informacija. Kirchner (1958) je pretpostavljao da će u takvom zadatku sudionici morati koristiti kratkoročno zadržavanje informacija te da će njegovo istraživanje pokazati kakav je odnos kratkoročnog pamćenja i dobi. Kao podražaji u zadatku služile su lampice koje su se palile i gasile stalnom brzinom, a zadatak sudionika bio je pritisnuti tipku, ili tamo gdje je upravo lampica zasvijetlila, ili gdje je zasvijetlila prije, ovisno o *n*-unatrag razini. Naime, postojale su 4 razine zadatka, 0-unatrag kada je sudionik morao pritisnuti tipku gdje je lampica upravo zasvijetlila, 1-unatrag kada je morao pritisnuti tipku lampice koja je zasvijetlila neposredno prije ove koja sada svijetli, 2-unatrag kada se morala pritisnuti tipka lampice koja je zasvijetlila dvije pozicije prije ove što sada svijetli i 3-unatrag razina gdje je sudionik morao pritisnuti tipku lampice koja je svijetlila tri pozicije prije.

Kompjuterska verzija *n*-unatrag zadatka jedan je od šest kognitivnih treninga radnog pamćenja razvijenih u sklopu istraživačkih projekata Zavoda za eksperimentalnu

psihologiju i neuropsihologiju Sveučilišta u Bernu. Postoje tri verzije treninga: vidno-prostorni *n*-unatrag trening, slušni *n*-unatrag trening i dvostruki *n*-unatrag trening. U ovom je istraživanju korišten dvostruki *n*-unatrag zadatak (Jaeggi i sur., 2008) pa ćemo se u daljnjem tekstu baviti samo njime. U dvostrukom *n*-unatrag zadatku osoba mora pratiti istovremeno prezentirane slušne i vidne podražaje te reagirati na njih. Kada je trenutačni podražaj, vidni ili slušni, identičan onom *n* pozicija prije mora pritisnuti tipku na tipkovnici koja je unaprijed određena posebno za slušni i posebno za vidni podražaj.

Validacije *n*-unatrag zadataka kao mjere radnog pamćenja pokazuju da postoji slaba povezanost između uspjeha u *n*-unatrag zadatku i uspjeha u ostalim zadacima radnog pamćenja (Miller, Price, Okun, Montijo i Bowers, 2009) te da on nije odviše korisna mjera za ispitivanje individualnih razlika u radnom pamćenju zbog niske pouzdanosti. No, usprkos tomu pokazao se koristan u eksperimentalnim ispitivanjima procesa radnog pamćenja (Jaeggi, Buschkuhl, Perrig i Meier, 2010). Iako je *n*-unatrag zadatak dobio malo empirijske potvrde kao mjera radnog pamćenja, posjeduje pojavnu valjanost (Kane, Conway, Miura i Colflesh, 2007) jer sudionik treninga mora zadržavati određenu količinu informacija, stalno je nadopunjavati i pritom paziti da točno odgovara na zadane podražaje.

Usprkos navedenim nedostacima *n*-unatrag zadatak se često koristi jer je njime moguće manipulirati opterećenjem koje svaki zadatak donosi, a težina zadataka se prilagođava ovisno o uspjehu na prethodnom zadatku. Također, zadaci su lako razumljivi, dinamični su, a kako se radi o dvostrukom zadatku, prezentiranjem dva podražaja odjednom pokušava se spriječiti upotreba strategija pri upamćivanju. Sprječavanjem upotrebe strategije smanjuje se rizik da osoba naučenu strategiju kasnije može koristiti samo za zadatke vrlo slične onima koji su korišteni prilikom treninga, a povećava šansa da će doći do transfera na druge sposobnosti, kako na one srodne sposobnosti visoko povezane s uvježbavanom, tako i na sposobnosti manje povezane s uvježbavanom. Uz navedeno, zadatak se često koristi i stoga što aktivira velik broj procesa prilikom njegovog izvođenja – kodiranje informacija, praćenje, održavanje i ažuriranje informacija koje trenutačno zadržava, uspoređivanje s informacijama koje su prezentirane *n* podražaja ranije, donošenje odluka, selekcija informacija (Jaeggi, Buschkuhl, Perrig i Meier, 2010). Iako su dosadašnja istraživanja pokazala da *n*-

unatrag zadatak nije valjana mjera radnog pamćenja, zbog procesa koje aktivira od kojih je za većinu zaduženo radno pamćenje i dalje se koristi kao trening radnog pamćenja.

Buschkuehl i Jaeggi (2010) smatraju da nekoliko uvjeta mora biti zadovoljeno kako bi trening radnog pamćenja bio uspješan. Dvostruki *n*-unatrag zadatak ispunjava te uvjete u potpunosti, a oni se djelomično preklapaju i s Klingbergova (2010) tri uvjeta uspješnih treninga radnih pamćenja. Prvi uvjet je da zadatak treba što više umanjiti mogućnost stvaranja specifičnih strategija za njihovo rješavanje čime se, kako je ranije već navedeno, povećava mogućnost transfera na druge tipove zadataka. Drugi uvjet je da trening mora biti prilagođen sudioniku na način da sudionik trenira stalno na maksimumu svojih sposobnosti. Time se sprječava da dođe do automatiziranog rješavanja zadataka, a opet zadaci nisu preteški jer su još uvijek u okvirima koje osoba može rješavati. Treći uvjet je da zadatak mora biti složen i istovremeno imati utjecaj na nekoliko različitih kognitivnih procesa jer se tako povećava uspješnost u drugim zadacima u čijim rješavanjima ti procesi također sudjeluju. Ovaj uvjet je bitan i stoga što će kognitivni trening dovesti do poboljšanja izvedbe u netreniranim zadacima samo ukoliko trenirani i netrenirani zadaci aktiviraju bliske ili iste regije u striatumu (Dahlin, Neely, Larsson, Bäckman i Nyberg, 2008).

Kapacitet radnog pamćenja je dobar prediktor uspjeha u zadacima brojnih kognitivnih sposobnosti te se na temelju toga pretpostavlja da je s njima i povezan, odnosno da radno pamćenje dijeli neke procese s drugim kognitivnim sposobnostima. Postojeća istraživanja navode na zaključak da postoji povezanost radnog pamćenja s pažnjom koja zapravo ima bitnu ulogu i u samom funkcioniranju radnog pamćenja (Engle, 2002; Klingberg, 2010; Buehner i sur., 2005). Također, osim povezanosti s pažnjom, istraživanja su pokazala povezanost radnog pamćenja i s fluidnim rezoniranjem (Buschkuehl i Jaeggi, 2010; Klingberg, 2010; Richmond, Morrison, Chein i Olson, 2011). Na temelju tih rezultata ovim smo istraživanjem htjeli provjeriti može li trening radnog pamćenja dovesti do poboljšanja uratka na mjerama fluidnog rezoniranja, pažnje i prostornog pamćenja te zadržava li se to eventualno poboljšanje kroz duži vremenski period.

Ove su sposobnosti odabrane poglavito zbog nejednoznanih rezultata istraživanja o utjecaju treninga radnog pamćenja na sposobnosti fluidnog rezoniranja i pažnje.

Odlučili smo se i za provjeru efekata treninga radnog pamćenja na sposobnost prostornog pamćenja jer je to dio pamćenja zadužen za uočavanje i pamćenje bitnih informacija vezanih za okolinu u kojoj se osoba nalazi i za njezinu prostornu orijentaciju. Zadaci unutar testa kojim smo tu sposobnost mjerili su dosta slični samim zadacima u treningu koji koristimo pa nas je zanimalo hoće li doći do transfera na zadacima koji nisu identični uvježbavanima, ali su prilično slični. Dakle, provjeravamo hoće li trening radnog pamćenja korištenjem  $n$ -unatrag zadatka dovesti do transfera na srodnu sposobnost visoko povezanu s uvježbavanom, to jest hoće li imati učinak na sposobnost prostornog pamćenja. Također, provjeravamo hoće li doći do transfera na sposobnosti manje povezane s uvježbavanom, odnosno hoće li imati trening radnog pamćenja učinak na mjere sposobnosti pažnje i fluidnog rezoniranja.

### **Cilj, problemi i hipoteze istraživanja**

Cilj ovog istraživanja je ispitati učinke treninga na sposobnosti različite od treniranih - fluidno rezoniranje, pažnju i prostorno pamćenje. Također, dođe li do pozitivnih učinaka treninga radnog pamćenja na prethodno navedene sposobnosti željeli smo provjeriti hoće li ti učinci biti dugotrajni.

U skladu s ovim ciljem formirani su sljedeći istraživački problemi:

1. Ispitati hoće li trening radnog pamćenja imati pozitivan učinak na srodnu sposobnost visoko povezanu s uvježbavanom – prostorno pamćenje te na sposobnosti manje povezane s uvježbavanom – fluidno rezoniranje i pažnju.

Hipoteza: Očekuje se da će trening radnog pamćenja imati pozitivan učinak na uradak na testu fluidnog rezoniranja, pažnje i prostornog pamćenja. Točnije, očekuje se da će eksperimentalna skupina u odnosu na kontrolnu skupinu u točki mjerenja neposredno nakon treninga postići bolje rezultate na testu fluidnog rezoniranja, pažnje i prostornog pamćenja.

2. Ispitati hoće li se eventualno utvrđen pozitivan učinak treninga radnog pamćenja na srodnu sposobnost visoko povezanu s uvježbavanom – prostorno pamćenje te na sposobnosti manje povezane s uvježbavanom – fluidno rezoniranje i pažnju zadržati određeno dulje vrijeme nakon treninga.

Hipoteza: Očekuje se da će eksperimentalna skupina postići bolje rezultate od kontrolne skupine na testu fluidnog rezoniranja, pažnje i prostornog pamćenja na mjerenju određeno dulje vrijeme nakon treninga, odnosno 6 mjeseci nakon treninga.

## **Metoda**

### *Uzorak*

U istraživanju je sudjelovalo 52 studenata preddiplomskog i diplomskog studija psihologije Filozofskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu podijeljenih u eksperimentalnu ( $n=24$ ) i aktivnu kontrolnu skupinu ( $n=28$ ). U obradu rezultata uzeti su samo podaci sudionika koji su izvršili sve obveze vezane uz sudjelovanje (3 točke mjerenja i 15 sesija trening) tako da se je konačni uzorak sastojao od 42 sudionika. Iz eksperimentalne skupine otpalo je 6 sudionika ( $n=18$ ), a iz aktivne kontrolne skupine 4 sudionika ( $n=24$ ), zbog nemogućnosti prisustvovanja mjerenju 6 mjeseci nakon završetka treninga. Sudionici eksperimentalne skupine regrutirani su preko izbornog kolegija na Odsjeku za psihologiju kojeg su pohađali, dok su se sudionici kontrolne skupine odazvali na poziv za sudjelovanje u istraživanju. Svi sudionici su dobrovoljno pristali sudjelovati, nakon završetka istraživanja objašnjena im je svrha i mogli su zatražiti uvid u vlastite rezultate postignute u tri točke mjerenja.

### *Materijali*

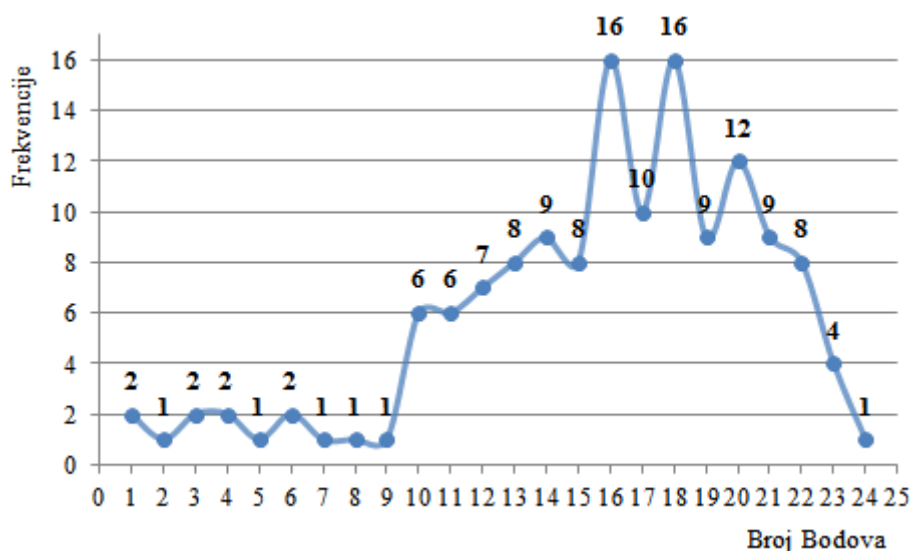
Sudionici su u tri točke mjerenja grupno rješavali test fluidnog rezoniranja, test pažnje i koncentracije i test prostornog pamćenja. Za mjerenje fluidnog rezoniranja korišten je *Cattellov test inteligencije: Ljestvica 3* (CFT-3; Cattell, 2000). Test se sastoji od četiri subtesta: *Nizovi* (13 čestica), *Klasifikacije* (14 čestica), *Matrice* (13 čestica) i *Uvjeti* (10 čestica). U subtestu *Nizova* sudioniku se daju nepotpuni nizovi, a on mora među

ponuđenim mogućnostima odabrati onu koja bi najbolje nastavila zadani niz. Subtest *Klasifikacija* zahtijeva da se unutar pet ponuđenih sličica odaberu dvije koje se razlikuju od ostalih. U subtestu *Matrica* se među ponuđenim crtežima ili oblicima odabere onaj koji bi najbolje popunio prazninu unutar matrice. U zadnjem subtestu *Uvjeti* ponuđeno je pet mogućih rješenja, a sudionik mora odabrati ono koje najbolje udovoljava zadanim uvjetima. Test je kulturalno nepristran, vremenski ograničen i postoje A i B oblik testa. Na predtestu i praćenju 6 mjeseci nakon treninga primijenili smo oblik A, a na posttestu smo primijenili oblik B. Pošto je mjerenje vršeno na studentima korištena je Ljestvica 3 koja se koristi na osobama za koje se smatra da posjeduju više razinu sposobnosti. Prema priručniku za upotrebu testa CFT-3 konstruktna valjanost (izravne korelacije s čistim faktorom inteligencije) iznosi  $r=0,92$  dok kriterijska valjanost (korelacije s drugim testovima opće inteligencije) iznosi  $r=0,69$  (Cattell, 2000) te su dobivene na uzorcima studenata i mlađih odraslih osoba.

Test d2 - *Test opterećenja pažnje* namijenjen je ispitivanju pažnje i sposobnosti koncentracije (d2; Brickenkamp, 1999). Zadatak sudionika je u vremenski ograničenom periodu pregledati sve podražaje (slova) u nizu i prekrižiti samo slovo „d“ okruženo s dvije crtice. Sudionik odgovore upisuje na list za odgovore koji se sastoje od dva dijela. Na prednjoj stranici se upisuju osobni podaci i nalazi se jedan red zadatka za vježbu, a na poledini se nalazi 14 redova zadataka. Svaki red sastoji se od 47 znakova „d“ ili „p“ označenih s jednom, dvije, tri ili četiri crtice položene iznad i/ili ispod slova. Prilikom bodovanja u obzir se uzimaju točno precrtani znakovi, krivo precrtani znakovi i izostavljeni znakovi odnosno znakovi koji su trebali biti precrtani ali nisu. Ukupni rezultat se dobije da se od broja točno precrtanih znakova oduzme broj krivo precrtanih i izostavljenih znakova. Istraživanja kojima je provjeravana pouzdanost testa pokazala su da postoji visoka pouzdanost unutarnje konzistencije, koeficijenti se kreću od 0,84 do 0,98 (Brickenkamp, 1999). Na našem uzorku, test-retest postupkom, također je utvrđena visoka pouzdanost. Dobiveni koeficijenti pouzdanosti kreću se od  $r=0,76$  do  $r=0,82$ .

Za mjerenje prostornog pamćenja korišten je *Test prostornog slijeda* (Vranić, 2011) razvijen u okviru projekta *Razvoj, standardizacija i psihometrijska validacija testova kognitivnih sposobnosti* koji se od 2007. provodi na Odsjeku za psihologiju Filozofskog fakulteta u Zagrebu. Test se sastoji od 25 zadataka u kojima je potrebno pamtiti na kojoj

poziciji i kojim redoslijedom se pojavljuju podražaji koji predstavljaju obojena polja matrice prezentirane na kompjuterskom ekranu. Boduje se točnost reproduciranja redoslijeda i pozicija obojanih polja matrica, te vrijeme potrebno da se pojedini zadatak, i cijeli test riješe. Test je još uvijek u postupku validacije, a dosadašnji rezultati pokazuju da je na studentskom uzorku ( $N=142$ ) prosječno vrijeme rješavanja testa 11,46 minuta. Aritmetička sredina rezultata iznosi 15,67 uz standardnu devijaciju 4,972. Slika 1 prikazuje distribuciju postignutih bodova na Testu prostornog slijeda za studentski uzorak ( $N=142$ ). Vidljivo je da na studentskom uzorku postoje rezultati za gotovo svaki mogući postignuti broj bodova, no usprkos tome distribucija je pozitivno asimetrična što znači da je većina studenata postizala viši broj bodova na testu.



Slika 1. Distribucija frekvencija za mogući broj postignutih bodova na Testu prostornog slijeda za studentski uzorak ( $N=142$ ).

### Postupak

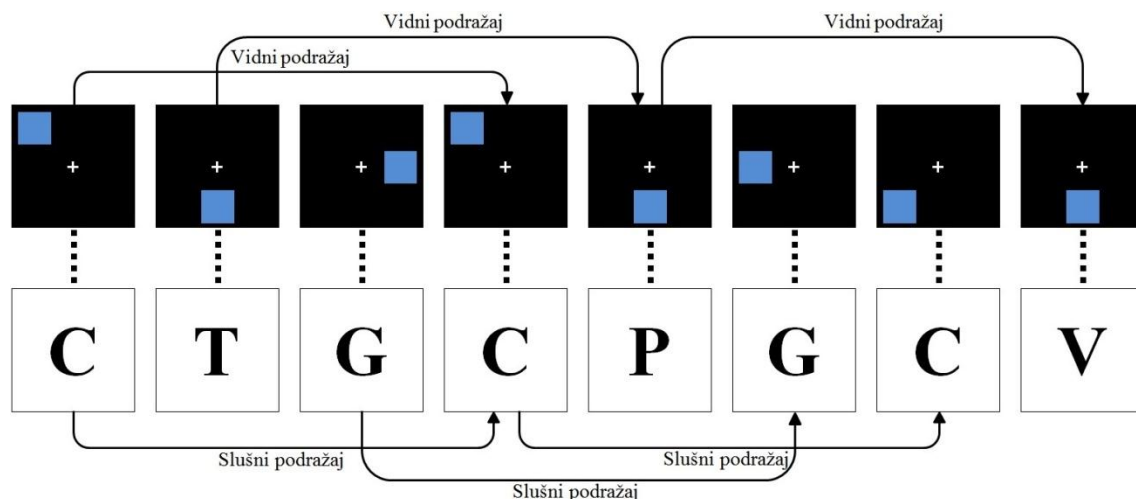
Istraživanje je provedeno na Odsjeku za psihologiju Filozofskog fakulteta u Zagrebu. Primijenjeni su Test fluidnog rezoniranja – CFT-3 (Cattell, 2000), Test pažnje i koncentracije – d2 (Brickenkamp, 1999) i Test prostornog pamćenja – TPP (Vranić, 2011). Primjena je bila grupna. Predtest je obavljen tjedan dana prije početka treninga, posttest je obavljen tjedan dana nakon završetka treninga, a praćenje 6 mjeseci nakon završetka treninga. Eksperimentalna skupina odradila je individualni trening tijekom studenog i prosinca 2011. godine i imala praćenje nakon 6 mjeseci u svibnju 2012. godine. Aktivna kontrolna skupina sudjelovala je u istraživanju tijekom svibnja i lipnja

2012. godine te u prosincu imala praćenje 6 mjeseci nakon završetka treninga. Trening eksperimentalne skupine sastojao se je od dvostrukog  $n$ -unatrag zadatka. Unutar četiri tjedna morali su odraditi 15 sesija (4 sesije po tjednu) od kojih je svaka trajala oko 25 minuta. Sudionici aktivne kontrolne skupine igrali su kompjutersku verziju igre *Čovječe, ne ljuti se*. Kao i eksperimentalna skupina unutar četiri tjedna morali su odraditi 15 individualnih sesija od kojih je svaka trajala oko 25 minuta.

#### *Eksperimentalna skupina*

Eksperimentalna skupina trenirana je pomoću *dvostrukog n-unatrag treninga* radnog pamćenja (Jaeggi i Buschkhuel, 2008) u kojem se sudionicima na kompjuterskom ekranu istovremeno prezentira kvadrat, na 1 od 8 mogućih pozicija i preko zvučnika čuju izgovorena slova (C, D, G, K, P, Q, T, V). Zadatak je pamtiti poziciju kvadrata i izgovorena slova te reagirati svaki puta kada je pozicija kvadrata i/ili izgovoreno slovo identično onom  $n$  podražaja ranije. Sudionik reagira pritiskom na odgovarajuću tipku. Kada je pozicija kvadrata identična onoj  $n$  podražaja prije pritisne tipku „A“ na tipkovnici, kada je izgovoreno slovo identično onom  $n$  podražaja prije pritisne tipku „L“ na tipkovnici, a kada su u isto vrijeme prezentirana oba podražaja kao i  $n$  podražaja prije mora istovremeno pritisnuti obje tipke na tipkovnici (slika 2). Na primjer, ukoliko je sudionik na 3-unatrag razini, svaki puta kada se kvadrat pojavi na istoj poziciji na kojoj je bio tri podražaja natrag u nizu mora pritisnuti tipku „A“ na tipkovnici, ukoliko čuje isto slovo koje je bilo izgovoreno tri podražaja natrag u nizu mora pritisnuti tipku „L“ na tipkovnici, ili obje tipke istovremeno ukoliko su i kvadrat i slovo oni koji su bili prezentirani tri podražaja natrag u nizu.





Slika 2. Primjer dvostrukog  $n$ -unatrag zadatka za razinu 3-unatrag.

Na početku svake sesije na ekranu piše na kojoj razini zadatka počinje trening. Svaka sesija sastoji se od 20  $n$ -unatrag blokova. Nakon svakog bloka na ekranu se pojavi povratna informacija o uspješnosti u tom bloku. Ukoliko je uspješnost u bloku na oba modaliteta zadatka, vidnom i slušnom, bila viša od 90% sudionik prelazi na višu razinu  $n$ -unatrag zadatka, ukoliko je uspješnost na bilo kojem od modaliteta zadatka, vidnom ili slušnom, bila niža od 70% sudionik pada na nižu razinu  $n$ -unatrag zadatka, te ukoliko je uspješnost bila ista kao i u prošlom bloku ostaje na istoj razini  $n$ -unatrag zadatka. Pritiskom razmaknice na tipkovnici pokreće se novi blok, a kraj treninga je ili kada istekne vrijeme (otprilike 20 minuta) ili kada sudionik prođe svih 20 blokova.

#### Aktivna kontrolna skupina

Aktivna kontrolna skupina igrala je kompjutersku verziju igre *Čovječe, ne ljuti se* besplatno preuzetu s Interneta. Radi se o društvenoj igri za dva do četiri igrača od kojih svatko ima po četiri čunjića koje pomiče po označenim poljima na ploči ovisno o broju koji se dobije bacanjem kocke označene sa šest brojeva. Cilj igre je spremiti svoje čunjiće na sigurna polja prije ostalih igrača. Sudionici su na početku svake sesije mogli izabrati hoće li igrati protiv jednog, dva ili tri igrača simuliranog od strane kompjutera. Zadatak je bio da prate igru i kada dođe njihov red za igru da kliknu na figuricu koju žele pomaknuti za onoliko polja koliko je pokazala kocka.

## Rezultati

Prikaz analiziranih podataka započeti ćemo prikazom deskriptivne statistike. Mauchlyev koeficijent za procjenu sfericiteta pokazuje nam jesu li jednake varijance razlika između svih mogućih skupina mjerenja. Analizom varijance s ponovljenim mjerenjima provjerili smo je li trening radnog pamćenja doveo do pozitivnih učinaka na manje ili više srodne sposobnosti – fluidno rezoniranje, pažnju i prostorno pamćenje te jesu li eventualni pozitivni učinci dugotrajni. O učinkovitosti treninga govorimo na temelju pomaka rezultata testova na posttestu u odnosu na predtest, dok o dugotrajnosti učinaka govorimo ukoliko se postiže bolji rezultat na praćenju određeno vrijeme nakon treninga u odnosu na rezultate testova postignute na predtestu. Pomoću  $\eta_p^2$  indeksa zaključujemo o veličini efekta odnosno „o stupnju u kojem je ispitivani fenomen prisutan“ (Kolesarić, 2006; str. 193). Prema Cohenu (1988) veličina efekta izražena  $\eta_p^2$  indeksom interpretira se kao: 1) mala veličina efekta iznosi 0,01; 2) srednja veličina efekta kreće se oko vrijednosti 0,06; 3) velika veličina efekta su sve vrijednosti iznad 0,14. Kako bi utvrdili značajnost razlika između pojedinih točaka mjerenja i pojedinih skupina provedene su post-hoc analize razlika Bonferronijevim testom.

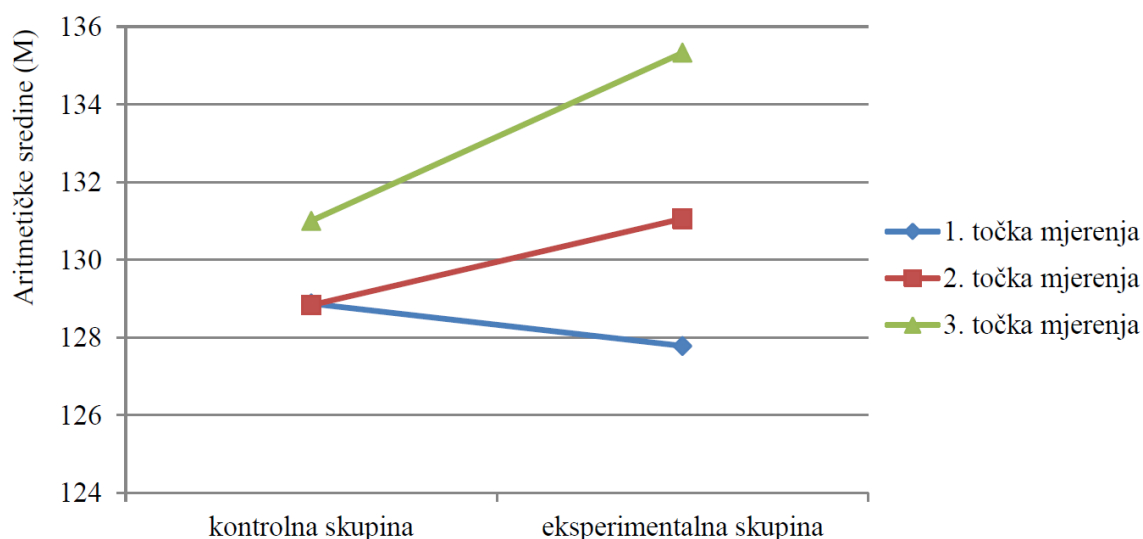
### *Mjera fluidnog rezoniranja*

Deskriptivne vrijednosti, aritmetičke sredine uz pripadajuće standardne devijacije, posebno za eksperimentalnu i kontrolnu skupinu prikazane su u tablici 1.

*Tablica 1*  
Deskriptivne vrijednosti za obje skupine sudionika ( $N=42$ ) u tri točke mjerenja za mjeru fluidnog rezoniranja (CFT-3).

Skupina	Točka mjerenja	<i>M</i>	<i>SD</i>
Eksperimentalna	1	127,78	9,96
	2	131,06	7,51
	3	135,33	9,70
Kontrolna	1	128,88	6,46
	2	128,83	6,30
	3	131,00	5,91

Mauchlyev koeficijent za provjeru sfericiteta pokazuje da postoji statistički značajno odstupanje ( $W=0,766$ ;  $p<0,05$ ) u varijancama razlika između skupina. To bi moglo utjecati na ishod analize varijance i zaključke jer se povećava vjerojatnost pogreške tipa I. Stoga se radi korigiranja rezultata za ovo odstupanje, to jest reduciraju se stupnjevi slobode onoliko koliko podaci odstupaju od sfericiteta. U obzir se uzimaju korigirani  $F$  koeficijenti, a u ovom radu u obzir će se uzeti vrijednost Greenhouse-Geisser epsilon. Analiza varijance s ponovljenim mjerenjima pokazuje statistički značajan glavni efekt mjerenja (Prilozi, tablica 10) te značajnu interakciju između mjerenja i skupine (slika 3), za mjeru fluidnog rezoniranja.



Slika 3. Rezultati kontrolne ( $n=24$ ) i eksperimentalne ( $n=18$ ) skupine u tri točke mjerenja za mjeru fluidnog rezoniranja (CFT-3).

Značajan glavni efekt mjerenja (Prilozi, tablica 10) znači da su sudionici poboljšali svoj učinak od jedne do druge točke mjerenja, neovisno o tome kojoj skupini pripadaju. Iako nije značajan glavni efekt skupine, dobivena je značajna interakcija koja pokazuje da postoje razlike između skupina ovisno o točki mjerenja. Post-hoc analiza Bonferronijevim testom pokazala je da ne postoji značajna razlika između skupina niti u jednoj točki mjerenja (vidi tablicu 2), no kada gledamo svaku skupinu zasebno, rezultati unutar kontrolne skupine se ne razlikuju značajno u tri točke mjerenja, dok se rezultati unutar eksperimentalne skupine razlikuju u sve tri točke mjerenja (vidi tablicu 3).

*Tablica 2*  
Razlike između eksperimentalne ( $n=18$ ) i kontrolne ( $n=24$ ) skupine za mjeru  
fluidnog rezoniranja (CFT-3) kroz tri točke mjerenja.

Točka mjerenja	$MS_e$	$SE$	$p$
1	-1,097	2,536	0,668
2	2,222	2,132	0,304
3	4,333	2,417	0,081

*Tablica 3*  
Razlike u tri točke mjerenja unutar eksperimentalne ( $n=18$ ) i unutar kontrolne ( $n=24$ ) skupine za  
mjeru fluidnog rezoniranja (CFT-3).

Skupina	Točke mjerenja	$MS_e$	$SE$	$p$
Eksperimentalna	1 - 2	-3,278	0,922	0,003
	1 - 3	-7,556	1,455	0,000
	2 - 3	-4,278	1,392	0,011
Kontrolna	1 - 2	0,042	0,799	1,000
	1 - 3	-2,215	1,260	0,299
	2 - 3	-2,167	1,205	0,239

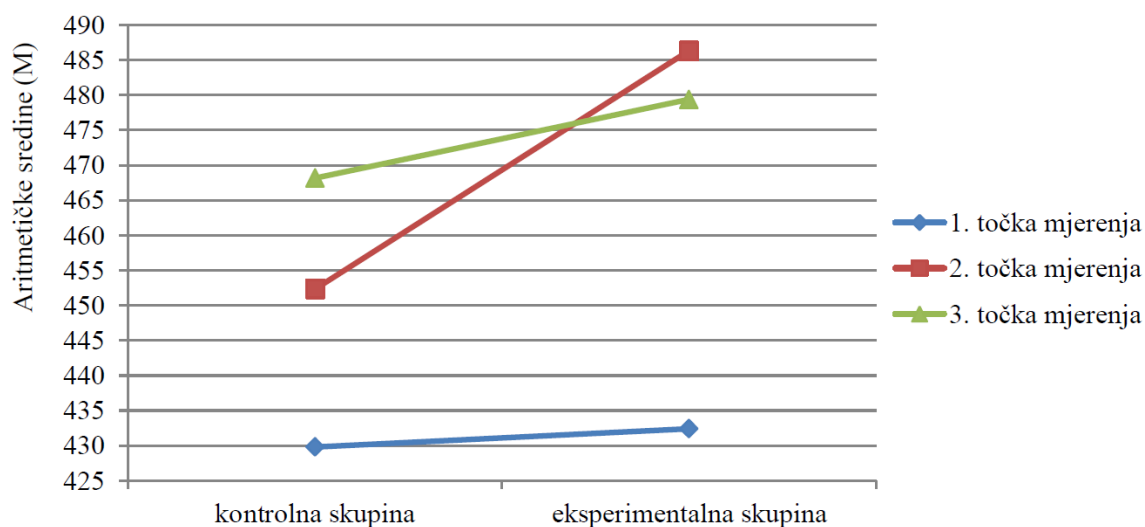
### *Mjera pažnje*

U tablici 4 prikazani su deskriptivni podaci za eksperimentalnu i kontrolnu skupinu za mjeru sposobnosti pažnje.

*Tablica 4*  
Deskriptivne vrijednosti za obje skupine ( $N=42$ ) u tri točke mjerenja za mjeru pažnje (d2).

Skupina	Točka mjerenja	$M$	$SD$
Eksperimentalna	1	432,39	50,188
	2	486,33	44,816
	3	479,39	65,226
Kontrolna	1	429,79	44,561
	2	452,33	55,698
	3	468,17	47,800

Mauchlyev koeficijent za provjeru sfericiteta pokazuje da nismo odbacili nul hipotezu da su varijance razlika između svih mogućih skupina mjerenja međusobno jednake ( $W=0,864$ ;  $p>0,05$ ), te nastavljamo analizu podataka s pretpostavkom o postojanju sfericiteta. Analizom varijance s ponovljenim mjerenjima dobiven je značajan glavni efekt mjerenja (Prilozi, tablica 11) te interakcija (slika 4).



Slika 4. Rezultati kontrolne ( $n=24$ ) i eksperimentalne ( $n=18$ ) skupine u tri točke mjerenja za mjeru pažnje (d2).

Sudionici, neovisno o tome kojoj skupini pripadaju, pokazuju poboljšanje učinka u mjeri sposobnosti pažnje tijekom vremena. Dobivena značajna interakcija između točaka mjerenja i skupina ukazuje da postoje određene razlike između skupina, te smo te razlike detaljnije ispitali post-hoc analizom. Bonferronijev test je pokazao da postoji statistički značajna razlika između skupina u drugoj točki mjerenja (vidi tablicu 5). Eksperimentalna skupina ( $M=486,33$ ;  $SD=44,816$ ) je uspješnija od kontrolne skupine ( $M=452,33$ ;  $SD=55,698$ ).

Tablica 5  
Razlike između eksperimentalne ( $n=18$ ) i kontrolne ( $n=24$ ) skupine za mjeru pažnje (d2) kroz tri točke mjerenja.

Točka mjerenja	$MS_e$	$SE$	$p$
1	2,597	14,666	0,860
2	34,000	16,013	0,040
3	11,222	17,422	0,523

Kada uspoređujemo uspješnost na mjeri pažnje posebno za eksperimentalnu i posebno za kontrolnu skupinu utvrđeno je da postoji značajna razlika između prve i druge točke mjerenja te između prve i treće točke mjerenja (vidi tablicu 6). Trend je isti i za eksperimentalnu i za kontrolnu skupinu.

*Tablica 6*  
Razlike u tri točke mjerenja unutar eksperimentalne ( $n=18$ ) i unutar kontrolne ( $n=24$ ) skupine za mjeru pažnje (d2).

Skupina	Točke mjerenja	$MS_e$	$SE$	$p$
Eksperimentalna	1 - 2	-53,944	5,462	0,000
	1 - 3	-47,000	7,581	0,000
	2 - 3	6,944	7,338	1,000
Kontrolna	1 - 2	-22,542	4,730	0,000
	1 - 3	-38,375	6,565	0,000
	2 - 3	-15,833	6,355	0,051

#### *Mjera prostornog pamćenja*

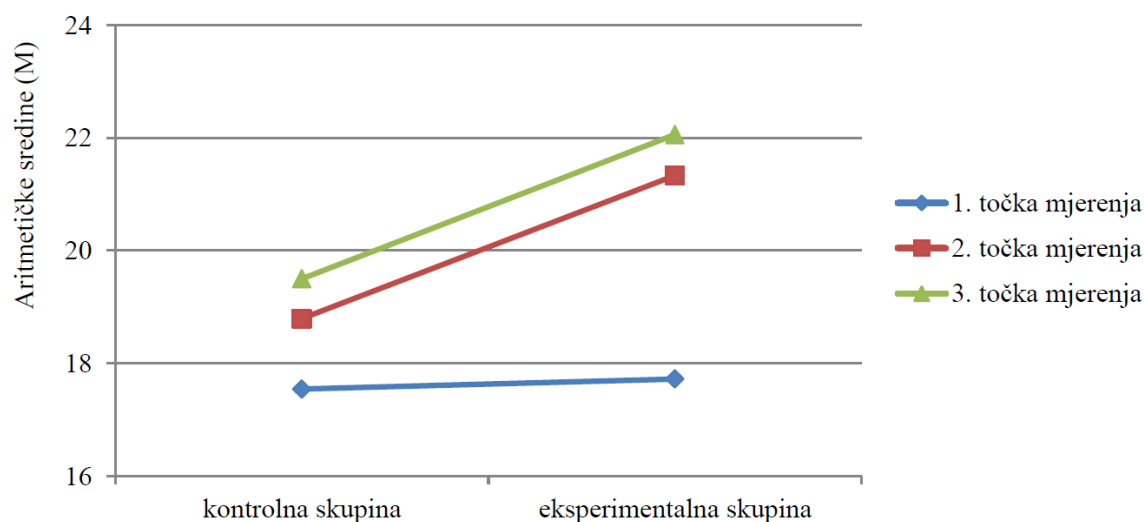
Aritmetičke sredine uz pripadajuće standardne devijacije za svaku skupinu unutar tri točke mjerenja prikazane su u tablici 7.

*Tablica 7*  
Deskriptivne vrijednosti za obje skupine ( $N=42$ ) u tri točke mjerenja za mjeru prostornog pamćenja (TPP).

Skupina	Točka mjerenja	$M$	$SD$
Eksperimentalna	1	17,72	1,074
	2	21,33	2,351
	3	22,06	1,697
Kontrolna	1	17,54	1,956
	2	18,79	2,043
	3	19,50	1,560

Mauchlyev koeficijent za provjeru sfericiteta pokazuje da postoji statistički značajno odstupanje ( $W=0,823$ ;  $p<0,05$ ) u varijancama razlika između skupina. Iz već ranije

navedenih razloga iz analize varijance koristiti će se korigirani  $F$ -koeficijenti, vrijednost Greenhouse-Geisser epsilon. Analizom varijance utvrđena su značajna oba glavna efekta kao i interakcija (slika 5).



Slika 5. Rezultati kontrolne ( $n=24$ ) i eksperimentalne ( $n=18$ ) skupine u tri točke mjerenja za mjeru prostornog pamćenja (TPP).

Analiza varijance s ponovljenim mjerenjima pokazala je da sudionici tijekom vremena postižu sve bolje rezultate, no da postoji i razlika s obzirom na to kojoj skupini sudionik pripada (Prilozi, tablica 12). Također, postoji značajna razlika između skupina u drugoj i trećoj točki mjerenja (vidi tablicu 8), eksperimentalna skupina je u obje točke mjerenja uspješnija od kontrolne skupine.

Tablica 8  
Razlike između eksperimentalne ( $n=18$ ) i kontrolne ( $n=24$ ) skupine za mjeru prostornog pamćenja (TPP) kroz tri točke mjerenja.

Točka mjerenja	$MS_e$	$SE$	$p$
1	0,181	0,511	0,726
2	2,542	0,679	0,001
3	2,556	0,505	0,000

Rezultati sudionika eksperimentalne skupine se statistički značajno razlikuju u drugoj i trećoj točki mjerenja od rezultata postignutih u prvoj točki mjerenja. Ta razlika nije

utvrđena između rezultata postignutih u drugoj i trećoj točki mjerenja (vidi tablicu 9). Kod kontrolne skupine utvrđene su iste razlike kao i kod eksperimentalne skupine.

*Tablica 9*  
Razlike u tri točke mjerenja unutar eksperimentalne ( $n=18$ ) i unutar kontrolne ( $n=24$ ) skupine za mjeru prostornog pamćenja (TPP).

Skupina	Točke mjerenja	$MS_e$	$SE$	$p$
Eksperimentalna	1 - 2	-3,611	0,533	0,000
	1 - 3	-4,333	0,374	0,000
	2 - 3	-0,722	0,429	0,300
Kontrolna	1 - 2	-1,250	0,462	0,030
	1 - 3	-1,958	0,324	0,000
	2 - 3	-0,708	0,372	0,192

## Rasprava

Ovim istraživanjem željeli smo istražiti hoće li kognitivni trening radnog pamćenja imati pozitivnih utjecaja i na druge sposobnosti, točnije fluidno rezoniranje, pažnju i prostorno pamćenje, te dođe li do pozitivnih efekata hoće li oni biti dugotrajni.

### *Mjera fluidnog rezoniranja*

Proveli smo analizu varijance s ponovljenim mjerenjima posebno za svaku sposobnost mjerenu u ovom istraživanju, a nakon nje i post-hoc testiranje kako bi se detaljnije utvrdile razlike između pojedinih skupina i točaka mjerenja. Za mjeru sposobnosti fluidnog rezoniranja analiza varijance pokazala je značajan glavni efekt mjerenja ( $F(1,64)=16,97$ ;  $p<0,05$ ) što znači da su svi sudionici bez obzira iz koje skupine dolaze tijekom vremena poboljšavali svoj učinak na mjeri fluidnog rezoniranja. Međutim, daljnja analiza Bonferronijevim testom je pokazala da je do statistički značajne interakcije između skupina i točaka mjerenja ( $F(1,64)=5,24$ ;  $p<0,05$ ) za mjeru fluidnog rezoniranja došlo zbog razlika koje su vidljive kada analiziramo rezultate svake skupine posebno. Iako se rezultati kontrolne skupine poboljšavaju od jedne do druge točke mjerenja ta razlika nije statistički značajna, dok se poboljšanje učinka eksperimentalne skupine statistički značajno razlikuje među točkama mjerenja.



Time smo potvrdili obje hipoteze za mjeru fluidnog rezoniranja. Eksperimentalna skupina uspješnija je od kontrolne i na mjerenju neposredno nakon završetka treninga i na mjerenju 6 mjeseci nakon završetka treninga. Utvrđeni rezultat pozitivnog učinka treninga na fluidno rezoniranje u skladu je s rezultatima Jaeggi i suradnika koji su utvrdili transfer *n*-unatrag treninga na mjere fluidnog rezoniranja (Jaeggi, Buschkuhl, Jonides i Perrig, 2008; Jaeggi, Studer-Luethi, Buschkuhl, Su, Jonides i Perrig, 2010). Iako nisu koristili identičan kognitivni trening kao u ovom istraživanju, Rudebeck i sur. (2012) su u svom istraživanju pokazali da dvostruka *n*-unatrag paradigma dovodi do poboljšanja učinka na mjerama fluidnog rezoniranja, što je također u prilog našim rezultatima da *n*-unatrag zadatak može imati pozitivan učinak na fluidno rezoniranje. Dvostruka *n*-unatrag paradigma odnosi se na istovremeno prezentiranje dva podražaja, najčešće različitih modaliteta, uz zadatak njihova praćenja i reagiranja ukoliko se podražaji ponavljaju, što je zapravo glavni zadatak i u dvostrukom *n*-unatrag zadatku.

### *Mjera pažnje*

Analiza varijance s ponovljenim mjerenjima na podacima za mjeru pažnje također je pokazala značajan glavni efekt mjerenja ( $F(2,80)=53,51$ ;  $p<0,05$ ) što znači da su se rezultati sudionika neovisno o skupini mijenjali u odnosu na točke mjerenja. Značajna je i interakcija efekata mjerenje i skupina ( $F(2,80)=6,39$ ;  $p<0,05$ ), a post-hoc analiza je pokazala da se skupine statistički značajno razlikuju u drugoj točki mjerenja ( $M=34,00$ ;  $SD=16,013$ ;  $p<0,05$ ). Kada gledamo rezultate skupina u drugoj točki mjerenja rezultat je za obje skupine značajno veći nego u prvoj točki mjerenja, no eksperimentalna skupina ( $M=486,33$ ;  $SD=44,816$ ) je postigla statistički značajno bolji rezultat od kontrolne skupine ( $M=452,33$ ;  $SD=44,561$ ). Time smo potvrdili prvu hipotezu za mjeru pažnje. U mjerenju neposredno nakon održanog treninga (posttest), eksperimentalna skupina je značajno uspješnija od kontrolne, te je došlo do transfera efekta treninga na sposobnost pažnje. U skladu s našim rezultatima Lilienthal, Tamez, Shelton, Myerson i Hale (2013) su pokazali da dvostruki *n*-unatrag zadatak može povećati kapacitet fokusa pažnje. Prije njih, Verhaeghen, Cerella i Basak (2004) su, koristeći sličnu verziju *n*-unatrag zadatka, također utvrdili slične rezultate. Čini se kako se „ograničeni“ kapacitet pažnje ipak može povećati vježbom.

Prilikom praćenja učinka treninga na sposobnost pažnje 6 mjeseci nakon završetka treninga, Bonferronijev test pokazao je da nema razlika između skupina u trećoj točki mjerenja ( $M=11,22$ ;  $SD=17,422$ ;  $p>0,05$ ). Promatrajući rezultate svake skupine zasebno u trećoj točki mjerenja možemo vidjeti da je kod obje skupine taj rezultat značajno veći nego u prvoj točki mjerenja, ali ne i statistički značajno veći od rezultata druge točke mjerenja. Rezultati obje skupine u trećoj točki mjerenja statistički se značajno razlikuju od njihovih rezultata u prvoj točki mjerenja, što znači da se rezultat na testu pažnje za obje skupine značajno poboljšao tijekom vremena. Prema utvrđenim rezultatima nismo uspjeli potvrditi drugu hipotezu da će doći do dugotrajnih pozitivnih učinaka treninga na mjeru pažnje. Ovi rezultati su u skladu s meta-analizom Melby-Lervåg i Hulmea (2013). Naime, u istraživanjima koja su oni saželi u svom radu, učinak treninga radnog pamćenja na sposobnost pažnje ima mali do srednji efekt neposredno nakon treninga, ali taj efekt nestaje u praćenjima nekoliko mjeseci nakon završetka treninga.

#### *Mjera prostornog pamćenja*

Hipoteze da će eksperimentalna skupina u odnosu na kontrolnu skupinu postići bolje rezultate na testu prostornog pamćenja u obje točke mjerenja održane nakon treninga (posttest i praćenje nakon 6 mjeseci) potvrđene su u cijelosti. Analiza varijance s ponovljenim mjerenjima pokazala je da su značajna oba glavna efekta, efekt mjerenja ( $F(1,67)=61,26$ ;  $p<0,05$ ) i efekt skupine ( $F(1,40)=14,90$ ;  $p<0,05$ ) kao i njihova interakcija ( $F(1,67)=10,53$ ;  $p<0,05$ ). Svi sudionici postižu bolje rezultate od jedne do druge točke mjerenja, no sudionici eksperimentalne skupine postižu statistički značajno bolje rezultate od sudionika kontrolne skupine. Post-hoc analiza Bonferronijevim testom pokazala je da postoji statistički značajna razlika između skupina u drugoj ( $M=2,54$ ;  $SD=0,679$ ;  $p<0,05$ ) i u trećoj točki mjerenja ( $M=2,56$ ;  $SD=0,505$ ;  $p<0,05$ ). Kada gledamo rezultate posebno za svaku skupinu, rezultati prve točke mjerenja se značajno razlikuju od rezultata druge i treće točke mjerenja dok se njihovi rezultati međusobno statistički značajno ne razlikuju, te je trend isti za obje skupine.

Prethodno navedeni rezultati potvrđuju da je trening radnog pamćenja imao efekt na prostorno pamćenje, te da se taj efekt zadržao i 6 mjeseci nakon završetka treninga. Prema meta-analizi Melby-Lervåg i Hulmea (2013) treninzi radnog pamćenja imaju

neposredan efekt umjerene veličine na mjere vidno-prostornog radnog pamćenja, te se taj efekt zadržava i na mjerenjima nekoliko mjeseci nakon završetka treninga. S obzirom da su zadaci testa za mjerenje prostornog pamćenja koji smo koristili u ovom istraživanju prilično slični samom *n*-unatrag zadatku te da postojeća istraživanja treninga radnog pamćenja potvrđuju transfer treninga radnog pamćenja na slične sposobnosti (Borella, Carretti, Riboldi i De Beni, 2010; Schmiedek, Lövdén i Lindenberger, 2010) naši su rezultati u skladu s očekivanjima – *n*-unatrag trening radnog pamćenja ima pozitivan učinak na sposobnost prostornog pamćenja, kako neposredan, tako i dugotrajan.

U slučaju sve tri mjerene sposobnosti utvrdili smo značajan glavni efekt točke mjerenja, odnosno utvrđeno je kako u obje skupine sudionika raste uspješnost na testovima tijekom vremena. Moguća obrazloženja rasta uspješnosti na testovima u obje skupine ispitanika su: 1) vježba, 2) Hawthorne efekt, 3) kognitivna aktivnost aktivne kontrolne skupine. Jedan dio tih rezultata može se pripisati *vježbi*, pošto su sudionici u tri točke mjerenja rješavali iste testove. No, kako su, i eksperimentalna, i kontrolna, skupina prolazile kroz ista mjerenja utjecaj vježbe je podjednako trebao djelovati na obje skupine. Poboljšanje rezultata skupina djelomično možemo objasniti *Hawthorne efektom*. Hawthorne efekt odnosi se na to da će samo sudjelovanje u istraživanju imati utjecaj na rezultate (Petz, 2005). U ovom istraživanju kontrolna skupina bila je aktivna pa je Hawthorne efekt mogao biti prisutan u obje skupine. Kontrolnoj skupini prije samog istraživanja date su samo osnovne informacije vezane uz njezino sudjelovanje i obveze (nisu dobili informaciju da su kontrolna skupina), prošla je jednak broj testiranja u jednakim vremenskim razmacima kao i eksperimentalna skupina, imali su jednak broj sesija koje su trajale vremenski podjednako te je prava svrha istraživanja otkrivena na samom kraju. Jedina razlika bila je u tome da je kontrolna skupina obavljala zadatak koji nema utjecaj na mehanizme radnog pamćenja za razliku od eksperimentalne skupine. Sve to treba imati isti utjecaj na ovu kao i na eksperimentalnu skupinu, u smislu podjednake angažiranosti i motivacije za sudjelovanje. Moguće objašnjenje zašto objema skupinama raste uspješnost u testovima tijekom vremena, no kontrolnoj u nižoj mjeri nego eksperimentalnoj, je *kognitivna aktivnost* koju je igrala kontrolna skupina. Aktivna kontrolna skupina igrala je kompjuteriziranu verziju igre *Čovječe, ne ljuti se*, te je moguće da je ta kognitivna aktivnost uvijek bavala druge sposobnosti, no u značajno

manjoj mjeri. To jest moguće je da sustavno organizirana, ma kako jednostavna aktivnost, podiže uradak u mjerama kognitivnih sposobnosti u nekoj mjeri u kojoj su sadržani isti mehanizmi u podlozi tih sposobnosti.

### *Ograničenja*

Ograničenje ovog istraživanja predstavljaju relativno male skupine, koje su se još dodatno smanjile nakon što su u obradu uzeti samo podaci sudionika koji su izvršili sve obaveze. Osim malog uzorka problem može predstavljati i neizjednačenost u broju sudionika unutar skupina: u eksperimentalnoj skupini je odustalo više sudionika nego u kontrolnoj. Broj sudionika mogao je imati utjecaj na značajnost naših rezultata, ako želimo veću preciznost i točnost rezultata poželjno je imati i što veći uzorak. No, s obzirom na zahtjevnost obaveza koju su sudionici morali odraditi te na podatke dosadašnjih istraživanja (npr. Melby-Lervåg i Hulme, 2013; Shipstead, Redick i Engle, 2012) i s obzirom na svrhu istraživanja uzorak sudionika u ovom istraživanju i više je nego zadovoljavajući. Postoje istraživanja treninga radnog pamćenja u kojima je sudjelovao manji broj sudionika, primjerice McNab i suradnicima (2009) sudjelovalo je 13 sudionika, no u većini istraživanja sudjeluje do 80-ak sudionika (npr. Jaeggi i sur., 2008; Dahlin i sur. 2008; Seidler i sur., 2010; Chein i Morrison, 2010). Također, uzorak nam je prigodan te je upitna generalizacija rezultata izvan studentske populacije.

Osim već navedenog, zbog dugotrajnosti treninga i ograničenosti prostorom, skupine nisu prolazile kroz trening u istom vremenskom periodu; kontrolna skupina je svoj zadatak obavila 6 mjeseci nakon eksperimentalne skupine. S obzirom da su u različito vrijeme skupine prolazile kroz svoje zadatke, eksperimentalna skupina trening radnog pamćenja, a aktivna kontrolna skupina kompjuteriziranu verziju igre *Čovječe, ne ljuti se*, i točke mjerenja su obavljene u drugim dijelovima godine te je to moglo utjecati na postignute rezultate. Eksperimentalna skupina je prvu i drugu točku mjerenja imala u zimskom periodu, dok je treća točka mjerenja eksperimentalne skupine bila održana u ljetnom periodu. Aktivna kontrolna skupina je prvu i drugu točku mjerenja imala u ljetnom periodu, a treća točka mjerenja je održana u zimskom periodu. Kako su sudionici istraživanja studenti, a svima mjerenje nije održano u isto vrijeme, druga točka mjerenja kontrolne skupine održana je za vrijeme završnih kolokvija i početka

ispitnih rokova, što je također moglo imati utjecaj na njihovu koncentraciju tijekom testiranja.

Problem, ne samo ovog istraživanja već svih unutar područja kognitivne psihologije, je kako pronaći aktivnost za kontrolnu skupinu koja neće imati nimalo utjecaja na kogniciju. Naime, bitno je imati aktivnu kontrolnu skupinu kako bi se moglo razlučiti što je učinak treninga, no postavlja se pitanje kako naći „nultu“ kognitivnu aktivnost. Kognitivno se definira kao sve ono povezano sa psihičkim procesima – osjeti i percepcija, pamćenje, inteligencija, govor, mišljenje, rješavanje problema (Petz, 2005) te je teško pronaći aktivnost koja neće zahvaćati niti jedan od nabrojanih procesa. Kontrolna skupina je imala jednostavan zadatak igranja igre *Čovječe, ne ljuti se*, no i u tom zadatku bili su aktivirani neki kognitivni procesi, primjerice percepcija, mišljenje, rješavanje problema, te su mogli utjecati na uspješnost sudionika kontrolne skupine u testovima koje smo koristili u ovom istraživanju.

#### *Završno razmatranje*

Područje vezano uz trening radnog pamćenja još je relativno novo i neistraženo i postoji dosta proturječja oko toga jesu li treninzi učinkoviti u smislu osnaživanja radnog pamćenja i njemu više-manje srodnih kognitivnih sposobnosti. Jedan od razloga zašto je malo istraživanja u ovom području su veliki zahtjevi i obveze koje sudionici moraju odraditi kako bi se prikupili podaci, odnosno utvrdili pozitivni efekti ili odbacili postojeći rezultati. Takva istraživanja vremenski dugo traju te su zbog toga i financijski zahtjevnija. No usprkos tome, raste broj istraživanja vezanih uz učinke kognitivnih treninga, prvenstveno zbog novih spoznaja da se može utjecati na neke sposobnosti u smislu povećanja njihovih kapaciteta i poboljšanja njihovog funkcioniranja.

Ovim istraživanjem utvrdili smo efekt transfera dvostrukog  $n$ -unatrag zadatka na srodnu sposobnost visoko povezanu s uvježbavanom sposobnosti – prostorno pamćenje i na sposobnosti manje povezane s uvježbavanom – fluidno rezoniranje i pažnju. Ovi rezultati zapravo povećavaju vrijednost samog treninga jer trenirajući jednu sposobnost pozitivan učinak se proteže na više njih. Samim time smanjuje se trošak i vrijeme potrebno da osoba prođe trening za svaku sposobnost posebno, bilo da se radi o osobi s razvojnim poteškoćama koja želi poboljšati razinu svog svakodnevno funkcioniranja,

osobi koja se oporavlja od traumatske ozljede mozga ili o zdravoj osobi koja želi poboljšati svoje sposobnosti. Upravo zbog toga potrebna su daljnja istraživanja koja će otkriti karakteristike najuspješnijih treninga u smislu transfera i dugotrajnosti te postoje li kakvi ograničavajući faktori vezani uz korištenje treninga, kao na primjer dob osobe ili vremensko trajanje treninga da bi došlo do pozitivnih efekata. I sami autori zadatka (Jaeggi i sur., 2008) korištenog u ovom istraživanju naglašavaju da više nije potrebno istraživati dovode li kognitivni treninzi do pozitivnih učinaka, već da buduća istraživanja trebaju provjeriti 1) treniranjem kojih sposobnosti se dovodi do općenitih i dugotrajnih kognitivnih poboljšanja, 2) koji neuralni i/ili kognitivni mehanizmi su u podlozi utvrđenih pozitivnih učinaka, 3) u kojim uvjetima treninga su učinci najveći te 4) za koga su intervencije kognitivnim treninzima najučinkovitije (Jaeggi, Buschkuhl, Jonides i Shah, 2011).

## **Zaključak**

Ovim istraživanjem željelo se ispitati može li trening radnog pamćenja imati pozitivan učinak na neke više ili manje srodne sposobnosti, točnije na fluidno rezoniranje, pažnju i prostorno pamćenje, te ukoliko dođe do pozitivnih učinaka hoće li oni biti dugotrajni.

Utvrđeni rezultati uglavnom su potvrdili očekivanja. Dvostruki *n*-unatrag trening radnog pamćenja doveo je do pozitivnog transfera na sve tri ispitane sposobnosti: fluidno rezoniranje, pažnju, prostorno pamćenje neposredno nakon održanog treninga. Eksperimentalna skupina bila je značajno uspješnija od kontrolne skupine na mjerama sve tri sposobnosti u drugoj točki mjerenja.

Taj pozitivan efekt zadržao se i 6 mjeseci nakon treninga za sposobnosti fluidnog rezoniranja i prostornog pamćenja, no ne i za sposobnost pažnje. Rezultati upućuju na dugotrajan učinak *n*-unatrag zadatka na sposobnost fluidnog rezoniranja i prostornog pamćenja.

## Literatura

- Baddeley, A.D. (1992). Working memory. *Science*, 255, 556-559.
- Brickenkamp, R. (1999). *Test opterećenja pažnje: Priručnik za test d2*. Jastrebarsko: Naklada Slap.
- Borella, E., Carretti, B., Riboldi, F., De Beni, R. (2010). Working memory training in older adults: Evidence of transfer and maintenance effects. *Psychology and Aging*, 25, 767-778.
- Buehner, M., Krumm, S., Pick, M. (2005). Reasoning = working memory  $\neq$  Attention. *Intelligence*, 33, 251-272.
- Buehner, M., Mangels, M., Krumm, S., Ziegler, M. (2005). Are working memory and attention related constructs?. *Journal of Individual Differences*, 26, 121-131.
- Buschkuehl, M., Jaeggi, S.M. (2010). Improving intelligence: A literature review. *Swiss Medical Weekly*, 140, 266-272.
- Carretti, B., Borella, E., De Beni, R. (2007). Does strategic memory training improve the working memory performance of younger and older adults?. *Experimental Psychology*, 54, 311-320.
- Cattell, R.B. (1971). *Abilities: Their structure, growth, and action*. Boston: Houghton Mifflin.
- Cattell, R.B. (2000). *Mjerenje inteligencije Cattellovim testovima inteligencije: Priručnik za ljestvice 2 i 3*. Jastrebarsko: Naklada Slap.
- Chein, J.M., Morrison, A.B. (2010). Expanding the mind's workspace: Training and transfer effects with a complex working memory span task. *Psychonomic Bulletin & Review*, 17, 193-199.
- Cohen, J. (1988). *Statistical power analysis for the behavioral sciences*. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associate.
- Craik, F.I.M., Lockhart, R.S. (1972). Levels of processing: A framework for memory research. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, 11, 671-684.
- Dahlin, E., Neely, A.S., Larsson, A., Bäckman, L., Nyberg, L. (2008). Transfer of learning after updating training mediated by the striatum. *Science*, 320, 1510-1512.
- Engle, R.W. (2002). Working memory capacity as executive attention. *Current Directions in Psychological Science*, 11, 19-23.
- Jaeggi, S.M., Buschkuehl, M., Jonides, J., Perrig, W.J. (2008). Improving fluid intelligence with training on working memory. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 105, 6829-6833.

- Jaeggi, S.M., Buschkuhl, M., Jonides, J., Shah, P. (2011). Short- and long-term benefits of cognitive training. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 108, 10081-10086.
- Jaeggi, S.M., Buschkuhl, M., Perrig, W.J., Meier, B. (2010). The concurrent validity of the *N*-back task as a working memory measure. *Memory*, 18, 394-412.
- Jaeggi, S.M., Studer-Luethi, B., Buschkuhl, M., Su, Y.-F., Jonides, J., Perrig, W.J. (2010). The relationship between *n*-back performance and matrix reasoning – implications for training and transfer. *Intelligence*, 38, 625-635.
- Kane, M.J., Conway, A.R.A., Miura, T.K., Colflesh, G.J.H. (2007). Working memory, attention control, and the *n*-back task: a question of construct validity. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 33, 615-622.
- Kirchner, W.K. (1958). Age differences in short-term retention of rapidly changing information. *Journal of Experimental Psychology*, 55, 352-358.
- Klingberg, T. (2010). Training and plasticity of working memory. *Trends in Cognitive Sciences*, 14, 317-324.
- Kolesarić, V. (2006). *Analiza varijance u psihologijskim istraživanjima*. Osijek: Filozofski fakultet.
- Lilienthal, L., Tamez, E., Shelton, J.T., Myerson J., Hale, S. (2013). Dual *n*-back training increases the capacity of the focus of attention. *Psychonomic Bulletin & Review*, 20, 135-141.
- McNab, F., Varrone, A., Farde, L., Jucaite, A., Bystritsky, P., Forssberg, H.F., Klingberg, T. (2009). Changes in cortical dopamine D1 receptor binding associated with cognitive training. *Science*, 323, 800-802.
- Melby-Lervåg, M., Hulme, C. (2013). Is working memory training effective? A meta-analytic review. *Developmental Psychology*, 49, 270-291.
- Miller, K.M., Price, C.C., Okun, M.S., Montijo, H., Bowers, D. (2009). Is the *N*-back task a valid neuropsychological measure for assessing working memory?. *Archives of Clinical Neuropsychology*, 24, 711-717.
- Petz, B. (2005). *Psihologijski rječnik*. Jastrebarsko: Naklada Slap.
- Richmond, L.L., Morrison, A.B., Chein, J.M., Olson, I.R. (2011). Working memory training and transfer in older adults. *Psychology and Aging*, 26, 813-822.
- Rudebeck, S.R., Bor, D., Ormond, A., O'Reilly, J.X., Lee, A.C.H. (2012). A potential spatial working memory training task to improve both episodic memory and fluid intelligence. *PLoS ONE*, 7, 1-9. Preuzeto s, 18.04.2013., <http://www.plosone.org/article/info:doi%2F10.1371%2Fjournal.pone.0050431>
- Schmiedek, F., Lövdén M., Lindenberger, U. (2010). Hundred days of cognitive training enhance broad cognitive abilities in adulthood: findings from the COGITO study. *Frontiers in Aging Neuroscience*, 2, 1-10.



- Seidler, R.D., Bernard, J.A., Buschkuehl, M., Jaeggi, S., Jonides, J., Humfleet, J. (2010). *Cognitive training as an intervention to improve driving ability in the older adult*. Ann Arbor: University of Michigan.
- Shipstead, Z., Redick, T.S., Engle, R.W. (2012). Is working memory training effective?. *Psychological Bulletin*, 138, 628-654.
- Sternberg, R. (2005). *Kognitivna psihologija*. Jastrebarsko: Naklada Slap.
- Unsworth, N., Heitz, R.P., Schrock, J.C., Engle, R.W. (2005). An automated version of the operation span task. *Behavior Research Methods*, 37, 498-505.
- Verhaeghen, P., Cerella, J., Basak, C. (2004). A working memory workout: How to expand the focus of serial attention from one to four items in 10 hours or less. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 30, 1322-1337.
- Vranić, A. (2011). *Test prostornog slijeda*. Zagreb: Centar za psihodijagnostičke instrumente.
- Zarevski, P. (1994). *Psihologija pamćenja i učenja*. Jastrebarsko: Naklada Slap.

## Prilozi

*Tablica 10*

Rezultati analize varijance s ponovljenim mjerenjima za mjeru fluidnog rezoniranja (CFT-3) s obzirom na mjerenje (unutargrupna varijabla), skupinu (međugrupna varijabla) i njihov odnos ( $N=42$ ).

Izvor varijabiliteta	$F$	$df$	$p$	$\eta_p^2$
Mjerenje	16,971	1,62	0,000	0,298
Skupina	0,712	1	0,404	0,017
Mjerenje x Skupina	5,237	1,62	0,012	0,116

Legenda:  $F$  - vrijednost Greenhouse-Geisser epsilon;  $df$  – stupnjevi slobode;  $p$  – vjerojatnost;  $\eta_p^2$  – veličina efekta Kvadrirani parcijalni eta-koeficijent

*Tablica 11*

Rezultati analize varijance s ponovljenim mjerenjima za mjeru pažnje (d2) s obzirom na mjerenje (unutargrupna varijabla), skupinu (međugrupna varijabla) i njihov odnos ( $N=42$ ).

Izvor varijabiliteta	$F$	$df$	$p$	$\eta_p^2$
Mjerenje	53,513	2	0,000	0,572
Skupina	1,100	1	0,300	0,027
Mjerenje x Skupina	6,394	2	0,003	0,138

Legenda:  $F$  - vrijednost F-omjera;  $df$  – stupnjevi slobode;  $p$  – vjerojatnost;  $\eta_p^2$  – veličina efekta Kvadrirani parcijalni eta-koeficijent

*Tablica 12*

Rezultati analize varijance s ponovljenim mjerenjima za mjeru prostornog pamćenja (TPP) s obzirom na mjerenje (unutargrupna varijabla), skupinu (međugrupna varijabla) i njihov odnos ( $N=42$ ).

Izvor varijabiliteta	$F$	$df$	$p$	$\eta_p^2$
Mjerenje	61,260	1,699	0,000	0,605
Skupina	14,901	1	0,000	0,271
Mjerenje x Skupina	10,528	1,699	0,000	0,208

Legenda:  $F$  - vrijednost Greenhouse-Geisser epsilon;  $df$  – stupnjevi slobode;  $p$  – vjerojatnost;  $\eta_p^2$  – veličina efekta Kvadrirani parcijalni eta-koeficijent